Research & Development Highlights

Technical Series
95-207

Development of an Interior Dampproofing Strategy to Prevent Basement Wall Condensation During Curing

Introduction

Condensation and pooling of water on interior insulated basement walls is a problem in new homes, particularly in the first year of completion.

A previous investigation, involving fourteen case studies of basement condensation problems in Winnipeg, provided a basis for possible causes. These included:

- Cold weather construction followed by moist summer weather conditions.
- Higher than ambient relative humidities of basement air, combined with concrete surface temperatures at the dew point of that air.
- Circulation of moist basement air behind the insulated wall cavity due to poor air barrier detailing.

Further research was needed because builders considered all proposed solutions to be unproven or impractical.

This project was initiated to further examine the mechanisms involved in basement condensation and to test possible solutions.

Research Program

The water-cement ratio of freshly poured concrete decreases significantly after curing due to evaporative drying. This is believed to be the source of wall condensation problems. If the construction and finishing of basement walls is done in spring or early summer, the excess moisture in the concrete will be subject to a temperature gradient. A higher temperature will be experienced at the top and outside of the wall due to solar effects and ambient air conditions, while the lower inside wall will remain cooler due to the mass effect of the earth.

This concept led to the hypothesis that, as a result of the inward and downward temperature gradient in the saturated wall in spring and summer, excess water would be diffused through the interior insulation to the vapour barrier surface and to the bottom of the concrete wall.

A computer model developed at the Florida Solar Energy Center (FSEC) was used to test this hypothesis and assess the relative performance of a number of dampproofing strategies. This model is used to solve generalized multi-dimensional heat, air and moisture flow problems and simulate complex building science problems.

The dampproofing strategies tested had to resolve the problem and meet the concerns and requirements of the building community. Eleven simulations were conducted under different conditions, which included:

- basement temperature,
- basement relative humidity,
- depth of water table,
- solar gains,
- type of membrane between insulation and concrete, and
- type of vapour barrier used.

Nine cases were run for 1200 hours or 50 days while two cases were run for 8760 hours (a full year) to

assess the dampproofing strategies under winter conditions.

Temperature and moisture contents for locations at the wall top, middle and bottom (as well as for the insulation at the inner face, next to the polyethylene) were recorded every four simulated hours. Average temperatures and water contents were recorded for the above-grade and below-grade portion of the wall, the concrete slab, the building paper and the insulation layer.

Hourly weather data for Montréal (including ambient air temperature, relative humidity, and incident solar radiation) were used for this investigation.

It is important to note that (a) no air flow was modelled and (b) the modelled cavity had no wood studs. It is likely that wood studs will have an impact on the moisture balance in the cavity.

Findings

The results of the model for the test case B3 suggest that the hypothesis is correct. Condensation in basement wall insulation is due to vapour diffusion driven by inward and downward temperature gradients in the wall.

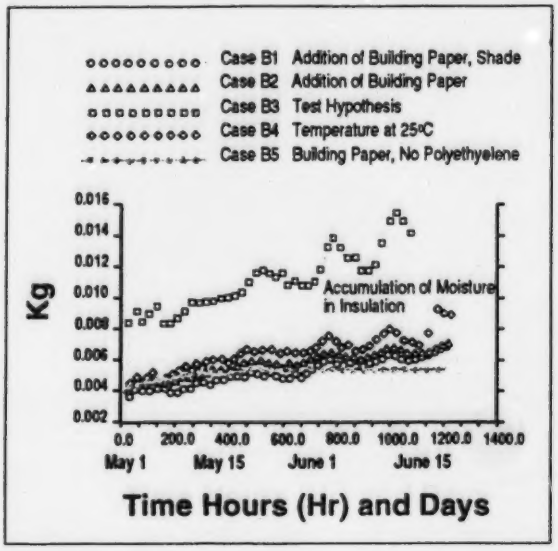
The four simulations for dampproofing strategies (figure 1) resulted in lower moisture levels compared to the test case and differed in performance from each other.

Case B4 — maintaining the basement temperature at 25°C to keep the insulation and vapour barrier above the cavity air dewpoint — was susceptible to warm ambient air conditions as the summer progressed.

The use of building paper between the insulation and concrete provided good results for cases B1 and B2, suggesting that vapour diffusion control is an effective measure. Shading from solar gains was found to have little merit once the ambient temperature became warmer.

The use of building paper instead of polyethylene sheeting as a vapour barrier in case B5 provided the optimum results. The permeability balance on both sides of the cavity resulted in a steady, low moisture content which fell below all other strategies.

Figure 1



Using no vapour barrier and no moisture barrier was effective during the summer months, but the system experienced saturation problems the following winter. Simulation B5, however, found that the wall cavity moisture level rose only slightly and did not reach saturation in winter.

Implications for the Housing Industry

Many factors contribute to the problem of basement wall condensation and should be noted by the building industry. These factors include:

- Spring or early summer construction followed by rapid basement wall finishing.
- Absence of a building paper membrane between the insulation and concrete below grade. It is possible that the recent rash of condensation problems in full height basement insulation is actually a result of this absence rather than anything else.
- A significant temperature gradient between the exterior wall and interior basement, due to a high water table or exposure to solar gains.

Strategies to reduce basement condensation problems include:

- Vapour diffusion control — utilizing a building paper membrane or installing an inside layer of impermeable extruded polystyrene down to the footing before the slab is cast, to provide a drainage path for moisture condensing at the interface.
- Minimizing the temperature gradient by heating the basement while watching out for rapid, uneven slab drying.
- Allowing the concrete to dry for as long as possible before finishing. Use exterior insulation to reduce temperature gradients in the concrete.

CMHC funds independent investigations into a wide range of housing issues and questions through its **External Research Program.** Up to $20,000 is available to carry out individual research studies. Under this program, new ideas and innovative approaches of merit are welcome.

A national competition is held at which the best proposals submitted are chosen for support. A committee of business, government, academic and professional representatives makes the selection.

To receive a program information brochure and application form, send your name and address to:
Administrator, External Research Program
Canada Mortgage and Housing Corporation
700 Montreal Road, Room C7-309
Ottawa, Ontario K1A 0P7
Telephone: (613) 748-2250
Fax: (613) 748-2402

The information in this highlight represents the latest knowledge available to CMHC at the time of publication, and has been thoroughly reviewed by experts in the housing field. CMHC, however, assumes no liability for any damage, injury, expense or loss that may result from use of this information.

Le point en recherche et développement

Série technique
95-207

Mise au point d'une stratégie de protection contre l'humidité pour prévenir la formation de condensation sur les murs des sous-sols pendant la cure

Introduction

La formation de condensation et l'accumulation d'eau à la surface des murs intérieurs isolés dans les sous-sols est un problème courant dans les maisons neuves, surtout durant la première année suivant la construction.

Une enquête antérieure qui a donné lieu à quatorze études de cas portant sur des problèmes de condensation des sous-sols dans des maisons de Winnipeg a fourni des pistes pouvant expliquer ces problèmes, à savoir :

- les maisons sont construites en hiver, et l'été qui suit est humide;
- l'humidité relative de l'air du sous-sol est plus élevée que l'humidité relative ambiante et la température de la surface du béton atteint le point de rosée de cet air;
- l'air humide du sous-sol circule derrière la cavité murale isolée parce que le pare-air a été mal posé.

Or, de plus amples recherches se sont avérées nécessaires puisque les constructeurs estimaient que toutes les solutions proposées n'étaient ni éprouvées, ni réalisables.

La présente étude a donc été entreprise dans le but d'examiner plus à fond les mécanismes favorisant la formation de condensation dans les sous-sols et de mettre à l'essai des solutions possibles.

Programme de recherche

Le rapport eau/ciment du béton fraîchement coulé diminue considérablement après la cure à cause du séchage par évaporation. On croit que ce phénomène est à l'origine des problèmes de condensation murale. Si les murs du sous-sol sont construits et finis au printemps ou au début de l'été, alors l'excès d'humidité dans le béton sera soumis à un gradient de température. Le haut et l'extérieur du mur seront exposés à une température élevée en raison de l'effet du soleil et des conditions de l'air ambiant tandis que la partie inférieure et intérieure demeurera froide à cause de l'effet de masse du sol.

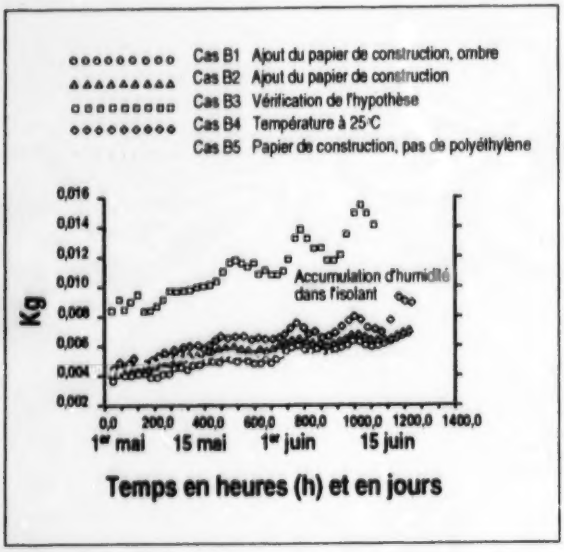
À partir de ce concept, nous avons formulé l'hypothèse selon laquelle le gradient de température qui évolue vers l'intérieur et vers le bas du mur saturé, au printemps et en été, entraînerait la diffusion d'un excès d'eau à travers l'isolant intérieur jusqu'à la surface du pare-vapeur et jusqu'au bas du mur de béton.

Un modèle informatique mis au point au *Florida Solar Energy Center (FSEC)* a été utilisé pour vérifier cette hypothèse et évaluer la performance relative d'un certain nombre de stratégies de protection contre l'humidité.

SCHL CMHC
Question habitation, comptez sur nous

L'absence de pare-vapeur et de membrane hydrofuge a été efficace durant les mois d'été, mais l'ensemble a connu des problèmes de saturation l'hiver suivant. Toutefois, la simulation B5 a fait ressortir que le taux d'humidité de la cavité murale n'a augmenté que légèrement et n'a pas atteint le point de saturation durant l'hiver.

Figure 1



Conséquences pour l'industrie de la construction

L'industrie de la construction doit se rendre compte que bien des facteurs sont à l'origine des problèmes de condensation des murs des sous-sols, dont :

- La construction au printemps ou à l'été suivie d'une finition rapide des murs du sous-sol;
- L'absence de papier de construction entre l'isolant et le béton sous le niveau du sol; il est possible que la récente recrudescence des problèmes de condensation dans l'isolation des sous-sols pleine hauteur soit en fait le résultat de cette absence plus que tout autre facteur;
- Une importante différence de température entre le mur extérieur et l'intérieur du sous-sol, causée par le niveau élevé de la nappe phréatique ou l'exposition au rayonnement solaire.

Les stratégies envisagées pour réduire les problèmes de condensation dans les sous-sols sont les suivantes :

- Contrôler la diffusion de la vapeur par la pose de papier de construction ou d'une couche intérieure de polystyrène extrudé imperméable descendant jusqu'à la semelle, avant la mise en place de la dalle, afin de favoriser le drainage de l'humidité qui se condense à la jonction des deux éléments.
- Réduire au minimum le gradient de température en chauffant le sous-sol tout en surveillant le séchage rapide et inégal de la dalle.
- Laisser sécher le béton le plus longtemps possible avant la finition. Recourir à un isolant extérieur afin de réduire les gradients de température dans le béton.

Ce modèle sert à résoudre les problèmes généralisés et multidimensionnels de mouvement de chaleur, d'air et d'humidité ainsi qu'à simuler des problèmes complexes liés à la science du bâtiment.

Les stratégies de protection contre l'humidité mises à l'essai devaient à la fois solutionner le problème et répondre aux préoccupations et exigences des gens de l'industrie. Onze simulations ont donc été réalisées par rapport à différentes conditions, notamment :

- la température du sous-sol;
- l'humidité relative du sous-sol;
- la profondeur de la nappe phréatique;
- les gains solaires;
- le type de membrane séparant l'isolant et le béton; et
- le type de pare-vapeur employé.

Neuf cas ont été simulés pendant 1 200 heures ou 50 jours, tandis que deux cas l'ont été pendant 8 760 heures (une année complète) afin d'évaluer les stratégies de protection contre l'humidité dans des conditions hivernales.

Durant la simulation, la température et l'humidité ont été mesurées toutes les quatre heures au haut, au milieu et au bas du mur (ainsi que sur la face intérieure de l'isolant, voisin du polyéthylène). Les températures et les teneurs en eau moyennes ont été enregistrées sur le mur, au-dessus et au-dessous du niveau du sol, de même que sur la dalle de béton, le papier de construction et la couche isolante.

Les données climatiques horaires de Montréal (notamment la température de l'air ambiant, l'humidité relative et le rayonnement solaire incident) ont été utilisées pour les besoins de l'étude.

Il est important de noter que (a) aucun mouvement d'air n'a été modélisé et que (b) la cavité modélisée était dépourvue de poteaux de bois. Il est probable que des poteaux de bois auraient une incidence sur le bilan hydrique de la cavité.

Résultats

Les résultats de la modélisation du Cas B3 laissent supposer que l'hypothèse est correcte. La condensation qui se forme sur l'isolant du mur du sous-sol est causée par la diffusion de vapeur occasionnée par les baisses de température vers l'intérieur et vers le bas du mur.

Les quatre stratégies de protection contre l'humidité simulées (Figure 1) se sont traduites par des niveaux d'humidité moins élevés comparativement à la situation de référence, mais obtiennent chacune une performance différente.

Le Cas B4 — il s'agissait de maintenir la température du sous-sol à 25°C pour que la température de l'isolant et du pare-vapeur reste au-dessus du point de rosée de la cavité — était soumis à de l'air chaud ambiant à mesure que l'été progressait.

L'emploi de papier de construction entre l'isolant et le béton a donné de bons résultats pour les cas B1 et B2, un signe que le contrôle de la diffusion de la vapeur est efficace. La protection contre le rayonnement solaire s'est révélée de peu d'utilité lorsque la température ambiante a augmenté.

Pour le Cas B5, l'utilisation de papier de construction comme pare-vapeur, à la place d'une membrane de polyéthylène, a donné les meilleurs résultats. L'équilibre de la perméabilité sur les deux côtés de la cavité s'est traduit par une teneur en humidité constante et faible qui était inférieure aux valeurs que toutes les autres stratégies ont permis d'obtenir.

Grâce à son **Programme de subventions de recherche**, la SCHL subventionne des recherches indépendantes portant sur un large éventail de sujets et de problèmes liés à l'habitation. Une subvention pouvant atteindre 20 000$ est mise à la disposition des chercheurs autonomes souhaitant mener une étude. Ce programme vise à encourager les idées nouvelles et les approches innovantes qui ont du mérite.

Dans le cadre d'un concours national, les meilleures propositions présentées reçoivent une subvention. Les propositions sont sélectionnées par un comité formé de représentants du monde des affaires, du gouvernement, des universités et de l'industrie.

Pour recevoir une brochure d'information sur le programme et une formule de demande, envoyez vos nom et adresse à :
L'administratrice
Programme de subventions de recherche
Société canadienne d'hypothèques et de logement
700, chemin de Montréal, pièce C7-309
Ottawa (Ontario) K1A 0P7
Téléphone : (613) 748-2250
Télécopieur : (613) 748-2402

Cette publication contient les renseignements les plus à jour dont dispose la SCHL, lesquels ont été examinés par des experts du secteur de l'habitation. Toutefois, la SCHL n'assume aucune responsabilité pour les dommages, les blessures, les coûts et les pertes pouvant découler de l'utilisation de ces renseignements.

Canada